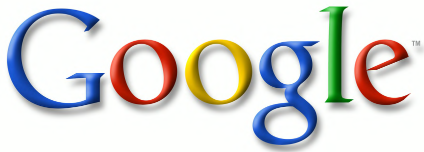
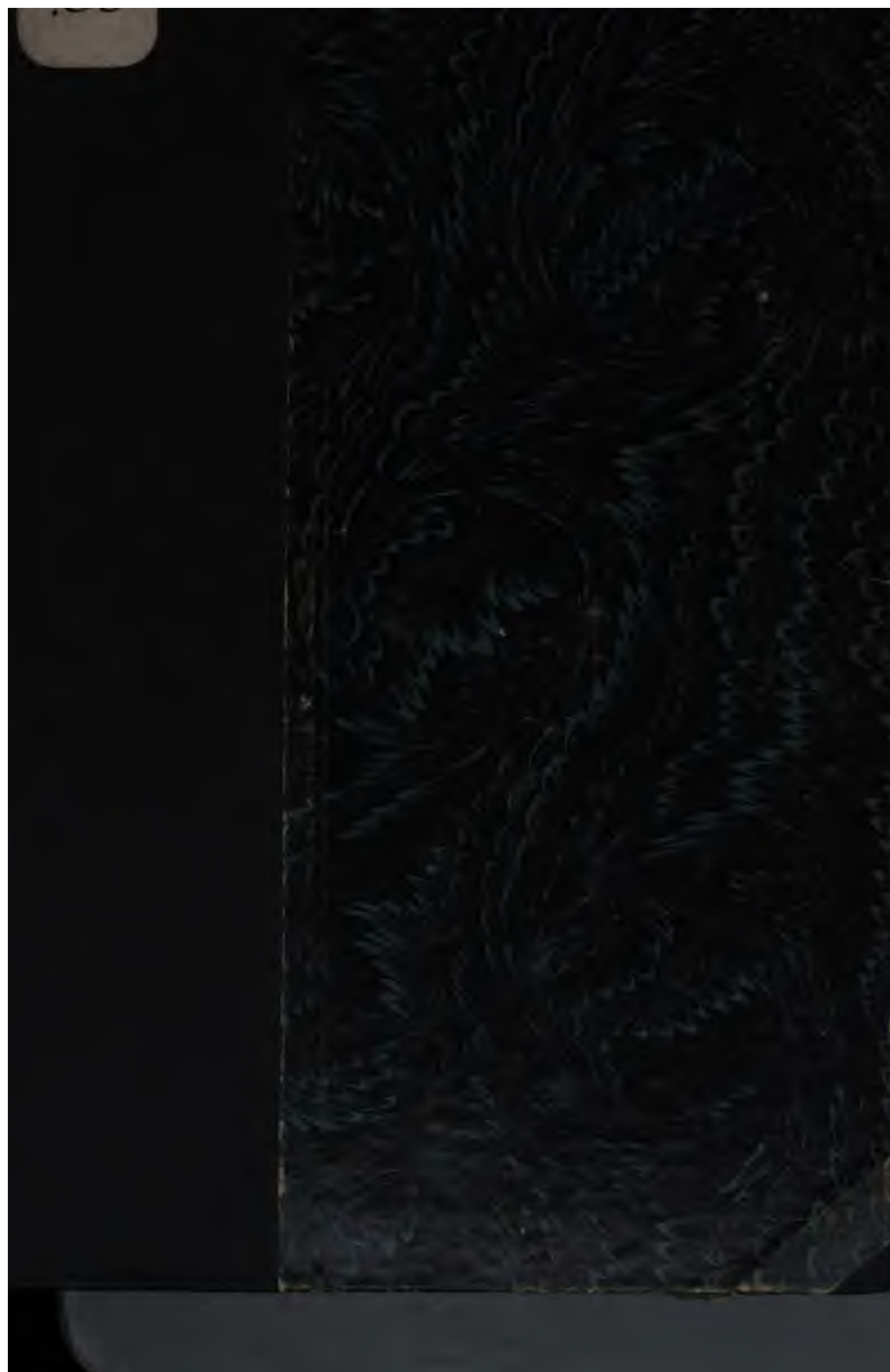




105700

AÉROSTATION PRATIQUE

---

# ÉPURE ET CONSTRUCTION

DES

# AÉROSTATS & MONTGOLFIÈRES

AVEC QUATRE PLANCHES EXPLICATIVES


PAR

Émile
E. CASSÉ,

EX-PRÉSIDENT DE L'ÉCOLE D'AÉRONAUTES FRANÇAIS




---

**Prix : 2 francs.**

---


PARIS

TYPOGRAPHIE A. HENNUYER

7, RUE DARCET, 7

1883

# PRÉFACE

Il y aura cent ans, le 5 juin 1883, que deux Français, Joseph et Etienne de Montgolfier, rendirent l'air navigable en imaginant la montgolfière, appareil dont le principe repose sur la dilatation de l'air.

Bien des projets ont été formés par les diverses sociétés aérostatiques françaises pour célébrer dignement cet anniversaire. Aucun ne semble devoir être mis à exécution. Il convient toutefois d'excepter les fêtes d'Annonay, à l'occasion de l'inauguration du monument érigé à la mémoire des Montgolfier (encore auront-elles lieu à une époque postérieure à la date du centenaire), et l'exposition aérostatique du Trocadéro, sous les auspices de la Société française de navigation aérienne.

Cette quasi-indifférence pour une invention toute française nous a suggéré l'idée d'honorer, pour une faible part il est vrai, la mémoire des illustres inventeurs, en vulgarisant les procédés de construction des machines aérostatiques. C'est dans ce but que nous publions cette brochure purement technique, dans laquelle il ne sera traité que des calculs et procédés graphiques relatifs à la construction des montgolfières et des aérostats. Nous espérons qu'elle sera accueillie avec d'autant plus de bienveillance que, jusqu'à ce

jour, aucun mémoire n'a été édité sur cette matière et que les données qui existent sont ou incomplètes ou inexactes.

Notre intention n'est donc pas de faire un historique de l'aérostation : nombre de livres ont déjà été publiés à ce sujet, qui tous ont pour point de départ l'ouvrage de M. Faujas de Saint-Fond, mais un simple *vade-mecum* à l'usage de tous ceux qu'intéresse l'art aéronautique.

Afin de rendre plus saisissable notre étude sur la construction d'une machine aérostatique, nous avons cru devoir appliquer au tracé et aux formules que nous exposons dans cette brochure les données qui nous ont servi à établir les épures de *l'Albatros*, aérostat de 3000 mètres cubes destiné à tenter la traversée de la Méditerranée, à l'occasion du centenaire des Montgolfier, et appartenant à la Société d'expériences aérostatiques de Paris.

E. CASSÉ,
Ex-président de l'Ecole d'aéronautes français.

Mai 1883.

# AÉROSTATION PRATIQUE

## ÉPURE ET CONSTRUCTION

### Du choix de l'étoffe.

Comme enveloppe d'une montgolfière ou d'un aérostat à gaz, on peut employer toutes les étoffes existantes, excepté, toutefois, les étoffes de laine, qui n'offrent qu'une résistance insuffisante et sont par trop spongieuses.

L'enveloppe par excellence, idéale, est la soie, laquelle est d'une grande solidité et légère ; elle n'a qu'un défaut, c'est de coûter fort cher. Telle est la raison capitale qui fait que, généralement, on se rejette sur la toile et le coton.

On a, dans ces derniers temps, préconisé l'emploi de la soie de Chine, dite *ponghée.* Notre avis est qu'il faut la proscrire rigoureusement si l'on veut faire une construction élégante, car l'aérostat construit en cette matière se déforme facilement, et, à la première ascension, s'agrandit sous la pression du fluide ascensionnel. De plus, son peu de largeur augmente considérablement les frais de main-d'œuvre par la multiplicité des coutures sur les fuseaux.

Restent donc la soie pour les millionnaires, et le coton ou le lin pour les capitaux restreints.

Les tissus de coton, autrement dits *calicots*, sont excellents pour les constructions de moyenne grandeur. Pour les grands cubes, il est préférable de se servir de la toile, qui offre plus de consistance.

La percale, ou étoffe de doublure pour vêtements, peut encore entrer dans une construction. Elle a même, dans certains cas, l'avantage d'absorber moins de vernis.

Nous émettons là, il est vrai, une opinion controversée auprès des praticiens de l'aérostation; les uns assurent que l'apprêt de l'étoffe est nuisible et fait écailler les vernis ; les autres sont de l'avis contraire. La vérité, pour nous, est entre les deux opinions; nous pensons qu'il ne convient d'employer qu'un tissu légèrement apprêté.

Le choix de l'étoffe réclame quelques soins préliminaires. On choisit plusieurs échantillons et on les immerge un jour entier dans l'huile de lin spécialement apprêtée pour les vernis aérostatiques. On les retire et on laisse sécher. On pèse ensuite 1 décimètre carré de chaque étoffe ainsi préparée, que l'on compare avec une égale surface du même tissu non verni; l'échantillon qui pèse le moins doit obtenir la préférence, à résistance égale au dynamomètre.

Dans la pratique, une étoffe bien vernie à l'huile de lin et apte à contenir le gaz doit acquérir un poids double après son immersion.

Quelques constructeurs, entre autres M. Lachambre, dans le but de remédier à la porosité de l'étoffe, la font cylindrer. Au sujet de cette opération, il y a encore divergence d'opinions. La nôtre est qu'un léger cylindrage ne saurait nuire s'il est fait de façon à ne pas fatiguer l'étoffe. Quand cette opération est faite avec soin, il en résulte une absorption moindre de vernis, et, surtout, une plus grande imperméabilité.

Si l'on avait à faire de très grandes constructions, il serait bon de soumettre les tissus que l'on veut employer à l'essai du dynamomètre, afin de connaître la résistance par centimètre carré, dans le sens de la chaîne et dans celui de la trame. L'étoffe qui fournirait les deux résistances égales serait une étoffe parfaite. M. Giffard, pour ses grands captifs à vapeur, faisait, afin d'obtenir ce résultat, fabriquer des étoffes spéciales. Pour les constructions ordinaires, il faut bien se contenter des étoffes ordinaires, qui, généralement, sont bonnes.

## Epure d'un aérostat.

Le choix de l'étoffe étant fait, on procède à la confection de l'épure qui doit servir à la coupe des diverses parties constitutives de l'aérostat, qu'il s'agisse d'une montgolfière ou d'un aérostat à gaz. Le premier point à connaître, c'est la largeur du tissu employé ; cette mesure sert de base à la construction de l'épure.

Que l'on ait à construire un aérostat de 1 mètre de diamètre ou de 100 mètres, les calculs d'épure sont les mêmes. Il nous est donc permis de prendre comme exemple un aérostat de 18 mètres de diamètre, l'*Albatros*, dont l'épure a été dressée par nous pour la Société d'expériences aérostatiques de Paris. Cet aérostat est destiné, comme nous l'avons dit, à tenter la traversée de la Méditerranée, en juin 1883.

L'étoffe choisie est de la forte cretonne écrue, ayant 1 mètre de largeur, lisières comprises. L'aérostat doit cuber 3 000 mètres.

Pour calculer le diamètre d'une sphère d'un cube déterminé et sa surface, les formules sont connues de tous. Il y en a plusieurs. Nous faisons usage des suivantes :

$$\text{Volume} = D^3 \times 0{,}523.$$
$$\text{Surface} = D^2 \times 3{,}1416.$$

$D^3$ est le diamètre au cube, c'est-à-dire multiplié trois fois par lui-même.

$D^2$ est le diamètre au carré, c'est-à-dire multiplié deux fois par lui-même.

Dans le but de faciliter les calculs, nous reproduisons ci-dessous la table de M. Francœur, publiée dans le *Dictionnaire technologique*, t. I$^{er}$, p. 17.

Mais comme nous nous adressons de préférence aux personnes qui aiment l'aérostation et veulent faire par elles-mêmes, nous allons indiquer toutes les opérations arithmétiques et graphiques qui doivent être faites.

Pour éviter des calculs inutiles, nous cherchons dans le tableau ci-dessous le diamètre qui se rapproche le plus de celui

correspondant au cube fixé, soit 3 000 mètres. Supposons, après plusieurs essais sur les nombres entiers 16 et 17, que 18,35 soit le diamètre voulu. Prenant la formule :

$D^3 \times 0523$, nous avons : $18,35 \times 0,523 = 3\,231$ mètres cubes, lequel nombre sera le cube de la sphère.

*Volumes et diamètres de quelques aérostats, d'après M. Francœur* (1) *et d'après M. E. Maray-Monge.*

| DIAMÈTRES EN MÈTRES. | VOLUMES en MÈTRES CUBES. | SURFACES en mètres carrés. | KILOGRAMMES que LE GAZ peut enlever. | POIDS de l'enveloppe en kilogrammes. | FORCE ascensionnelle et poids des agrès. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.52 | 3.14 | 0 .62 | (1) 0.78 | 0.16 |
| 2 | 4.19 | 12.57 | 5.03 | 3.14 | 1.89 |
| 4 | 33.51 | 50.27 | 40.21 | 12.57 | 27.65 |
| 6 | 112.96 | 113.04 | 135 72 | 28 27 | 107.44 |
| 7 | 179.59 | 153 94 | 215 51 | 38.48 | 177.03 |
| 8 | 268.08 | 201.06 | 321.70 | 52.01 | 269.69 |
| 9 | 381.70 | 254.47 | 458.04 | 63.62 | 394 42 |
| 10 | 523.60 | 314.16 | 622.32 | 78.54 | 549.78 |
| 11 | 696.91 | 380.13 | 836.29 | 95.03 | 781.26 |
| 12 | 904.78 | 452.39 | 1 085.76 | 113.10 | 972 84 |
| 13 | 1 150.35 | 530.93 | 1 380.42 | 132 73 | 1247.69 |
| 20 | 4 190 | 1 256 | 5 030 | 1 130 | 3 900 |
| 200 | 4 190 000 | 125 600 | 5 030 000 | 113 000 | 4 917 000 |

(1) Ne peut s'enlever. — En général, pour qu'un aérostat puisse au moins être en équilibre, il faut que le poids que le gaz peut enlever soit égal au poids de l'enveloppe ; ainsi, dans le cas ci-dessus, il faudrait que 0.62 fût le poids de l'enveloppe au lieu de 0.78. Ainsi $\frac{0\ 62}{3.14} = 0^k,2$ est le poids du mètre carré de l'enveloppe, pour qu'elle satisfasse à la condition d'équilibre.

Il nous reste à chercher sa circonférence et sa surface.

La circonférence est donnée par la formule :

$$D \times 3,1416 = 18^m,35 \times 3,1416 = 57^m,645.$$

La surface, on l'obtient par la formule :

$$D^2 \times 3,1416 = 18^{m2},35 \times 3,1416 = 1057^m,300.$$

Ce nombre de $1057^m,300$ est purement théorique ; en réalité, il faut toujours l'augmenter, ainsi qu'on le verra plus loin.

L'étoffe employée dans l'exemple que nous donnons a

(1) *Dictionnaire technologique*, tome I, page 179.

1 mètre de largeur, entre lisières. Mais, à cause des coutures spéciales aux constructions aérostatiques, la largeur vraie se compte du milieu d'une couture à l'autre ; nous en donnons plus loin les raisons.

D'après cette règle, la largeur de notre étoffe se réduit à $0^m$,945, et ce nombre nous sert de base d'opération.

Connaissant déjà la circonférence, qui est de $57^m$,645, nous divisons ce nombre par $0^m$,945, largeur de l'étoffe ; le quotient trouvé, soit 61, représente le nombre de fuseaux à établir.

Pour dessiner notre épure, nous traçons, sur une feuille de papier de grandeur suffisante, une ligne horizontale *a b* (fig. 1, pl. I).

Puis, sur son milieu, en *x*, nous élevons la perpendiculaire *c d d'*. Ensuite, avec une ouverture de compas de $0^m$,4725 (moitié de la largeur réelle de l'étoffe, qui est, on le sait, de $0^m$,945), comme rayon, du point *x*, nous décrivons la circonférence *a o b d*.

Suivant la grandeur de l'épure, on divise la circonférence en 6, 12, 24, 48 parties et plus. La multiplicité de ces divisions fait obtenir plus d'exactitude dans le tracé de l'épure du fuseau.

Dans l'exemple qui nous occupe, comme notre épure est de grande dimension, nous divisons le cercle *a o b d*, dont le diamètre a $0^m$,945, en 48 parties. Chacune de ces divisions a pour expression le nombre $0^m$,0618.

Ce nombre, $0^m$,0618, multiplié par 48, donne $2^m$,9664, c'est-à-dire la circonférence, à $0^m$,0018 près, du cercle *a o b d*. Par conséquent, la moitié de ce dernier nombre, ou $1^m$,4832, représente la longueur d'un fuseau d'un aérostat ayant $0^m$,945 comme diamètre. Or, comme notre aérostat a $18^m$,350 de diamètre, en procédant par analogie, c'est-à-dire en divisant la circonférence de ce diamètre, qui est de $57^m$,645, en 48 parties, nous obtenons $1^m$,200 pour chaque division. Ce dernier nombre, en effet, répété 48 fois, donne bien $57^m$,600, à $0^m$,045 près. Bien que cette fraction soit négligeable, nous forcerons et donnerons à chaque $48^e$ de partie $1^m$,201. Ce nombre, ainsi obtenu, s'appelle *hauteur des parallèles*, ainsi que nous l'expliquerons plus loin.

Reste à déterminer l'échelle de notre épure par rapport à l'unité métrique. Une simple règle de proportions va nous donner le résultat cherché.

Ainsi : $18^m,350$ : $0^m,945$ : : $x$ : 1 mètre.

L'opération effectuée, on a $18^m,350$, divisé par $0^m,945$, $= 19^m,41$.

L'échelle du cercle *a o b d* de la planche I, fig. 1, est donc de 1/19,41 par rapport au mètre, soit de $0^m,0515$, avec une erreur négligeable de $0^m,101$. Ce dernier nombre, que nous pouvons forcer à $0^m,052$, divisé par 10, nous donnera les décimètres de la figure 1 (voir cette échelle, fig. 2, pl. II).

Connaissant l'échelle de la figure 1, nous en divisons la circonférence *a o b d* en 48 parties, à l'aide d'une ouverture de compas égale à $0^m,0618$. Nous avons déjà indiqué la marche à suivre sur ce point. Nous obtenons alors une série de points de repaire, depuis 1 jusqu'à 26, que nous joignons, par des parallèles à *a b*, avec l'autre moitié de la circonférence *o a d.* Ces lignes (1-1, 2-2, jusqu'à 26-26 se nomment *parallèles de l'épure*, par rapport à l'horizontale *a b*, ou équateur.

Tout aérostat a une soupape et un appendice. Nous verrons plus loin comment on détermine les dimensions de ces organes. Pour le moment, n'ayant en vue que notre épure, nous supposerons que le diamètre extérieur de la soupape est de $1^m,03$, et celui de l'appendice de $0^m,92$. Notons, en passant, que, d'ordinaire, c'est l'inverse qui a lieu, c'est-à-dire que le diamètre de l'appendice est plus grand que celui de la soupape. Nous avons donné les dimensions ci-dessus, sur le désir exprimé par M. P. Jovis, directeur de la Société d'expériences aérostatiques.

Les circonférences de ces deux organes seront donc, pour la soupape, de $3^m,230$, et pour l'appendice, de $2^m,890$.

Nous savons déjà que la distance *a b* (fig. 1) représente le 1/61 de la circonférence de l'aérostat. Il faut donc, pour avoir le diamètre de ces organes à l'échelle de notre épure, porter, de chaque côté du point *d*, les distances *d f* et *d c*, dont le total égale $0^m,0475$. Ensuite, par les points *e f*, menons des parallèles à *c x d d'*, soit les lignes *e g*, *f h*, en les

prolongeant suffisamment, pour qu'avec une ouverture de compas égale à 1/4 de *a b*, c'est-à-dire avec *x n'*, ou encore *x b* pour rayon (selon la longueur d'appendice que l'on désire), on vienne couper en un point quelconque, *i*, par exemple, le demi-cercle *o b d*, et coïncider sur *f h* en *i'*. Par ce point, *i'*, on mène *i' j*, parallèle à *a b;* la courbe *o b i i' h* représente alors rigoureusement au 1/19,312 le profil du grand aérostat.

La même opération est faite pour la soupape, en *k l*, et l'on obtient pour diamètre ou grandeur de *k l* : 0m,053.

Il nous est actuellement possible de tracer l'épure en grandeur, destinée à servir de patron pour la coupe de l'étoffe.

Pour ce tracé, on se sert de papier bulle sans fin. Pour déterminer la longueur de la feuille, il convient de se souvenir que nous avons divisé la grande circonférence en 48 parties, chaque partie étant de 1m,201. Or nous avons, sur notre petite épure (fig. 1), 25 divisions égales à ce nombre, plus une plus petite, comprise entre la 25e et la 26e parallèle, formée, comme il a été dit, par la rencontre de la courbe *o b i i' h* avec la perpendiculaire *f h*. La hauteur entre ces deux parallèles, d'après notre échelle, est de 0m,302. On l'ajoute donc à 25 fois 1m,201 et l'on obtient, comme longueur exigée de la feuille de papier, 30m,25, soit 31 mètres, pour être plus à l'aise.

La longueur du papier fixée, nous pouvons tracer notre fuseau. Mais, avant de commencer, il convient d'expliquer pourquoi le nombre 0m,945, représentant le 1/61 de notre grande circonférence, n'est pas celui qui doit être pris pour faire notre gabarit de coupe des côtes.

Supposons, en effet, une réserve sur la largeur de 0m,015 pour les coutures des fuseaux (voir fig. 4 pour le mode d'assemblage); soit, par exemple, les fuseaux 1, 2, 3 à réunir; ils seront ce que l'on appelle *agrafés l'un dans l'autre. A b c d* représente les parties d'étoffe ployées suivant la largeur de la couture, soit 0m,015. La côte 0m,945 indique la largeur moyenne prise du milieu de la couture, tandis que la largeur effective est de 0m,990. La figure 5 fait voir le fuseau no 2 déployé. On voit que ces deux plissures, *a* et *b*, font perdre

la valeur d'un pli et demi de chaque côté, soit en totalité trois plis de couture. Nous avons tenu compte de cette déperdition dans nos calculs ; en effet, $0^m,015 \times 3 = 0^m,045$ ; lequel, retranché de $0^m,990$, largeur effective, donne bien $0^m,945$, nombre pris pour diamètre de notre épure (fig. 1).

Cette largeur de $0^m,945$ est forcément la plus grande du fuseau, ce qui revient à dire que, lors de la coupe de l'étoffe, afin d'avoir la dimension réelle, il faut ajouter de chaque côté extérieur de cette côte de base, qui est de $0^m,945$, une fois et demie la largeur de la couture. En voici le calcul : $0^m,015 + 0^m,0075 = 0^m,0225$ ; or $0^m,0225 + 0^m,0225 = 0^m,045$. Ce nombre représente la perte de surface de l'étoffe employée, et nous en avons tenu compte, car $0^m,0225 \times 2 = 0^m,045$ et $0^m,990 - 0^m,045 = 0^m,945$.

Nous avons insisté sur ce point, car, si l'on n'y prenait garde, l'aérostat achevé n'aurait ni le cube ni la forme fixés.

La largeur de 1 mètre, qui est celle de l'étoffe dont nous disposons, n'a pas été prise en son entier, parce qu'il faut laisser, de chaque côté de la pièce que l'on coupe, au moins $0^m,005$ pour bien la tendre, opération dont il sera question plus loin.

Revenons au tracé de notre fuseau. Au milieu de notre papier (fig. 3, pl. II), traçons une ligne *a b*, par un point quelconque, *z* par exemple ; plaçons un zéro. De là, descendons vers *b* en portant 25 longueurs de $1^m,201$, nombre qui représente la hauteur de nos parallèles.

Par chaque point marqué élevons des perpendiculaires à *a b :* on obtient les lignes 1-1, 2-2. Prenons alors deux morceaux de carton, que l'on découpe suffisamment longs (fig. 6 et 7) pour dépasser de quelques centimètres la longueur *x b* de la figure 1 ; traçons une ligne un peu forte, *w-w* à gauche ; également à gauche de cette ligne, plaçons un zéro. Nous reportant ensuite à la figure 1, faisons coïncider la ligne *w-w* du carton n° 1 (fig. 6) avec la ligne d'axe *c x d d'* de l'épure (fig. 1). Descendons à partir du point marqué 1 sur l'épure, en ayant soin de répéter ce point et le chiffre qui y correspond sur le carton. Et ainsi de suite toutes les fois qu'on ren-

contre, en descendant vers *a b*, un point et un numéro de l'épure. Arrivés à *a b*, au n° 12, nous prenons le second carton, n° 2 (fig. 7), et nous continuons à descendre de 12 vers 26, en répétant les mêmes opérations faites avec le carton n° 1. Il convient de veiller à ce que la ligne de foi *w-w* de nos cartons coïncide très exactement avec la ligne d'axe *c x d d'* de l'épure.

Ce premier travail fait, nos cartons ou gabarits sont suffisants pour tracer la courbe développée de notre grand fuseau. Dans ce but, nous superposons la ligne *w-w* du gabarit n° 1 sur *a b* de la figure 3 ; puis, partant de zéro, nous descendons en ayant soin de marquer successivement tous les points 1, 2, 3, jusqu'à 12, du gabarit, sur les lignes 1-1, 2-2, jusqu'à 12-12, du papier. A ce dernier point, nous nous servons du gabarit n° 2 et répétons la même opération jusqu'au n° 26. Nous joignons ensuite tous les points obtenus, sur lesquels on a soin de reproduire les numéros correspondants des gabarits (n°s 1 *bis*, 2 *bis*... 26 *bis*, de la figure n° 1), par des droites 1 *bis*, 2 *bis*, etc., en laissant toutefois la dernière distance 25, 26 plus longue de toute la hauteur du bois du cercle d'appendice, comme nous l'expliquerons plus loin. Il va sans dire que les points 1 *bis*, 2 *bis*... 26 *bis* sont également répétés sur le côté gauche de la ligne *a b*.

De même, avant de rejoindre les points, il y a à tenir compte de l'emplacement de la soupape qui sera en 1 *bis*. Pour cela, on mène des parallèles à *a b* (fig. 3 *bis*) par les points *m-m*, qui indiquent la largeur du fuseau au point où doit être placée la soupape. Nous avons vu plus haut que cette largeur est de 0m,053, qui nous rapporte à la distance de 0m,686 de la parallèle 1-1. Dans notre exemple, on prolonge la ligne *m-m* du double de la hauteur du siège *a-a* de la soupape. Nous verrons plus loin pourquoi.

Ce travail préliminaire achevé, les deux courbes dessinant le fuseau deviennent bien apparentes.

Une épure bien faite se reconnaît à la rectitude des deux lignes. (La figure 3, indiquant une partie rentrante et, un peu plus bas, une partie sortante, montre que le tracé a été mal

exécuté à ces deux points.) Il faut donc éviter ce genre d'erreur, qui occasionnerait une déformation dans le profil de l'aérostat.

L'excédent du papier extérieur étant coupé, le gabarit est prêt à être appliqué sur l'étoffe pour la coupe.

*Nota.* — Pour calculer la surface *pratique* d'un aérostat ou d'une montgolfière, on relève toutes les largeurs du fuseau sur la première figure, c'est-à-dire 1-1, 2-2, jusqu'à 12-12; on les additionne ; le produit est 8 198, qu'on divise par 12 pour avoir la largeur moyenne ; le résultat, qui est $0^m,683$, au lieu de $0^m,990$, est multiplié par $1^m,201$, qui représente la hauteur d'une parallèle. Ce dernier produit, multiplié à son tour par 12, qui est le nombre des parallèles d'une demi-côte, donne la surface moyenne de cette demi-côte. En doublant ce produit, on a la surface d'une côte, et en multipliant par 61, nombre des fuseaux, on obtient la surface de notre aérostat, soit $1\,200^{mq},846$.

On agit de même pour les doublures d'appendice et de soupape. La surface, pour ces doublures, est de 214 mètres carrés, lesquels, ajoutés à $1\,200^{mq},846$, produisent le total de 1 414 mètres carrés, indiquant la quantité d'étoffe qu'il faut se procurer pour bâtir l'aérostat.

La surface *théoriqne* de l'*Albatros* est donc de 1 057 mètres carrés, tandis que la surface *pratique* est de 1 414 mètres carrés. Il convient donc, pour être à l'aise, de compter, pour l'achat de l'étoffe, un tiers en plus de la surface théorique.

## De la coupe de l'étoffe.

Avant de procéder au travail de coupe, on fait, au 1/5, ou au 1/10, ou au 1/50, etc., une réduction du fuseau de la figure 3, que l'on coupe suivant le nombre de coutures équatoriales que l'on veut donner à l'aérostat. La figure 8 nous montre qu'il y aura, dans l'exemple qui nous occupe, quatre coutures équatoriales ; en d'autres termes, que le fuseau devra se composer de cinq parties d'étoffe : la première, de 0 à la

parallèle 7, la deuxième, de la parallèle 7 à la 12e ou équateur. On doit donc couper le fuseau réduit en un nombre égal de morceaux indiqués sur ces parties. Dans ce but, on cherche le meilleur plàcement des divers patrons sur l'étoffe, afin d'avoir le moins de déchets possible. La figure 9 donne une idée de ce travail.

Plus l'aérostat est de grandes dimensions, plus il faut multiplier les équateurs, autrement dit les lignes *a b c d* de la figure 8. Lorsque les longueurs les plus aptes à éviter les pertes d'étoffe ont été choisies, on coupe le grand gabarit, suivant les dimensions indiquées par la petite épure ; puis, sur des tables assez longues pour recevoir l'entier développement du fuseau, on place 8 ou 10 épaisseurs de l'étoffe à découper. La figure 10 montre cette disposition : *a*, la table ; *b*, trois épaisseurs d'étoffe ; *c*, le gabarit de papier ; *e*, règle en fer ; *f*, sergent en bois, placé de distance en distance pour maintenir la règle ; *d*, clous à deux pointes, sur lesquels on pique l'étoffe.

Il faut bien tendre l'étoffe, avant de la fixer avec les clous, afin d'éviter les plis. Lorsque le tissu est ainsi régulièrement et solidement assujetti, on se munit d'un couteau à découper (fig. 11) se composant d'une forte lame d'acier *a*, dans le genre d'un tranchet, et montée sur un très long manche en bois dur *b*. Pour procéder à la coupe, on appuie le manche sur l'épaule et, avec les mains, on dirige la lame tout le long de la règle *e*. L'étoffe est ainsi nettement et proprement coupée, sans hachures, ce qui est indispensable pour la couture. Il est bon, du reste, d'avoir plusieurs couteaux pour ne pas perdre de temps, car ils s'ébrèchent facilement.

Avant d'enlever l'étoffe ainsi taillée, il est nécessaire de tracer au crayon les parallèles dont se compose le panneau des fuseaux coupés, et de numéroter soigneusement la première et la dernière parallèle, afin qu'on puisse les raccorder avec celles du fuseau suivant. De plus, il faut tracer sur les bords la largeur de la couture : on abrège de cette façon le temps de main-d'œuvre, et le travail est bien fait.

Il reste bien entendu qu'il faut tenir les extrémités des pan-

neaux de l'étoffe coupée plus longues, suivant ce qui a été dit plus haut (fig. 4), afin que la couture ne donne pas lieu à des déformations.

## De la couture.

Cette opération est une des plus importantes dans la construction d'un aérostat. Les praticiens sont divisés sur les qualités de la couture à la main ou à la machine. Pour nous, la question est résolue, après avoir vu à l'œuvre les gigantesques constructions de M. Giffard : tous ses captifs, depuis 6 000 mètres cubes jusqu'à 25 000 mètres cubes, ont été cousus à la machine. Avec des points moyens, c'est-à-dire ni trop allongés ni trop serrés, on obtient un résultat parfait. Comme pour toute couture, il faut d'abord établir le bâti en pliant l'étoffe suivant la figure 12. En bâtissant suivant la ligne *a b*, les piqûres à la machine se font aux points *c-c* et *d-d*.

Parlons maintenant de la doublure de l'aérostat, nous voulons dire des parties qui demandent à être renforcées : ces parties sont l'appendice et la soupape.

Les figures 8 et 8 *bis* indiquent les dispositions à prendre, la figure 8 en élévation, la figure 8 *bis* en plan ; *h* est la calotte supérieure, destinée à recevoir la soupape. En général, les doublures sont prises dans les fausses coupes. On donne ces deux épaisseurs aux parties d'étoffe placées près de la soupape et de l'appendice, parce que ces deux parties de l'enveloppe sont celles qui fatiguent le plus. Suivant les dimensions de l'aérostat on donne, comme longueur, aux parties doublées de 2 à 5 mètres pour la soupape et de 2 à 4 mètres pour l'appendice.

## Vernissage de l'aérostat.

L'aérostat cousu est loin d'être terminé. Il s'agit d'abord de le rendre imperméable, pour qu'il puisse conserver le gaz. Pour cela, on se sert de vernis. Inutile de répéter tout ce qui a été écrit au sujet des vernis aérostatiques. Le plus usité, je ne dirai pas le meilleur, est le vernis à l'huile de lin cuite et

rendue siccative par une addition de litharge. Il est préférable, au lieu de l'amalgamer soi-même, de l'acheter tout fabriqué, en recommandant au fournisseur de n'y pas mélanger de l'essence de térébenthine et en exigeant qu'il soit cuit de façon à filer au bout du doigt comme un sirop.

Ce vernis a l'inconvénient, en s'oxydant, de brûler l'étoffe. Il reste à trouver un corps isolant, souple, adhérent à l'étoffe et imperméable, capable enfin de remplacer l'huile de lin. Plusieurs aéronautes (et nous-même avons eu la même idée) ont songé à revêtir l'étoffe d'une couche de collodion normal, mélangé à de l'alcool méthylique, et d'appliquer par-dessus l'huile de lin. L'expérience, en ne regardant pas au prix, est à faire et donnerait peut-être d'excellents résultats.

Pour le vernissage de l'aérostat, on le retourne à la façon d'un gant, de manière à ce que l'extérieur devienne l'intérieur ; puis, on l'étale, soit par terre sur des bâches, soit, ce qui est préférable, sur des tables à hauteur d'homme, et on le ploie côte par côte de façon à ce qu'il présente exactement la forme du gabarit sur lequel il a été coupé. La figure 13, pl. II, indique cette disposition ; *j f* est la soixante et unième côte par exemple, *a b* la première, *b c d* la deuxième, et ainsi de suite.

Il est essentiel que ce plissage soit bien exécuté et en même temps très régulier. Il est, en outre, nécessaire que l'aérostat soit remisé dans un local où il puisse être allongé dans toute sa longueur et gonflé à l'air au moins à moitié, comme l'indique la figure 14.

On ne doit, au surplus, commencer le vernissage qu'avec une équipe suffisante de travailleurs, l'opération ne devant pas être faite en deux fois. La raison en est que l'huile de lin, fraîchement étendue sur des tissus, s'oxyde rapidement au contact de l'oxygène de l'air, s'échauffe et finalement peut faire flamber l'étoffe ou, tout au moins, la roussir et lui enlever toute sa force.

Donc, l'aérostat étant étalé comme l'indique la figure 13, on place les hommes de l'équipe à la distance de 2 mètres l'un de l'autre, après les avoir munis d'une terrine ou vase

quelconque destiné à recevoir le vernis et d'un tampon fait de vieux chiffons. Pour un aérostat comme l'*Albatros*, il faut de quinze à vingt personnes.

L'huile ne doit pas être étendue à froid, mais tiède ; elle s'étend alors mieux, a moins de déperdition et le vernissage s'effectue plus vivement. Pour tiédir le vernis, on dispose un récipient d'une contenance de 40 à 50 litres sur un feu doux ou, ce qui est préférable, dans un bain-marie. Lorsque le vernis est suffisamment chaud, on en verse une petite quantité dans chaque terrine ou vase et l'on commence le vernissage en lançant, avec des chiffons effilochés, le vernis de place en place ou par traînées avec les terrines. On frotte ensuite, en effectuant un mouvement tournant, avec les tampons ou mieux avec la paume de la main, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus une seule place non vernie. La première couche est très dure à passer et absorbe beaucoup d'huile ; les autres sont moins pénibles et surtout moins dispendieuses.

Dès que la première côte *a b* (fig. 13) est terminée, on fait passer la couture *b* au point *a*, de telle sorte que la côte *b c d* vienne remplacer la côte *a b*, et ainsi de suite jusqu'à la côte *j f*. Afin d'économiser le vernis, on peut n'en mettre que de *a* en *i*, et la côte *i b*, en se repliant sur *i a*, en sera suffisamment imprégnée.

Aussitôt que le vernis est étendu partout, on place l'aérostat par terre sur des bâches ; on pose provisoirement la soupape *a*, puis on emmanche l'appendice *b* sur la base d'un ventilateur centrifuge, instrument facile à construire et connu de tous. On gonfle l'aérostat à l'air jusqu'à la moitié environ de sa circonférence, au tiers au moins, mais pas au-dessous, sous peine de courir le risque de perdre l'aérostat par échauffement.

On le laisse en cet état pendant sept ou huit jours, en ayant bien soin de renouveler l'air tous les jours et en faisant virer l'aérostat sur lui-même pour emmener les parties d'étoffe du dessous au-dessus et *vice versa*.

Cette première couche bien sèche, on replie l'aérostat comme la première fois et on étend la deuxième couche,

mais cette fois en déposant le vernis sur toute la longueur des côtes. Il en faut, du reste, une bien moindre quantité. On gonfle à nouveau et on laisse sécher une seconde fois. On passe trois couches de la même façon. Lorsque la troisième est parfaitement sèche, on retourne l'étoffe et on met une dernière couche à l'extérieur ; on gonfle encore, on laisse sécher et l'aérostat est prêt au point de vue de l'étoffe.

### De la soupape. — De l'appendice.

Occupons-nous actuellement des deux principaux organes d'un aérostat : la soupape et l'appendice.

Au début de l'aérostation, les soupapes étaient très petites par crainte d'une trop grande perte de gaz. C'était là une erreur ; car, bien que le calcul théorique indique de très petits orifices, il faut bien compter avec la pratique, et cette dernière a démontré que, avec un orifice plus développé, bien des traînages, bien des accidents auraient pu être évités.

Voici, d'après la comparaison des diverses constructions faites depuis vingt ans, les données d'ouverture permettant l'expulsion rapide du gaz :

La soupape a pour diamètre intérieur D : 16.5 ou $\frac{D}{16.5}$.

L'appendice a également pour diamètre intérieur D : 15 ou $\frac{D}{15}$, D étant le diamètre de l'aérostat en mètres.

Pour l'*Albatros*, le diamètre étant 18$^m$,350, on aura : 18$^m$,350 : 16.5 = 1$^m$,110, et pour l'appendice : 18$^m$,350 : 15 = 1$^m$,224.

Les conditions de diamètre nous ayant été imposées pour l'aérostat ci-dessus, on s'expliquera pourquoi l'épure n'indique pas les proportions conformes à la règle ci-dessus et a environ le 1/18 du diamètre de l'aérostat.

Ces proportions pourront paraître exagérées à ceux qui n'ont jamais mis le pied dans une nacelle d'aérostat et qui n'ont pas subi de traînage. Elles ne sont, cependant, que le résultat de comparaisons faites sur les constructions par divers praticiens.

La soupape (fig. 15) se compose de trois parties bien distinctes : 1° un siège *a a* ou couronne de bois, formée de plusieurs épaisseurs de feuilles de bois de 0m,005, clouées et collées, puis tournées ; 2° de deux clapets ou volets *b-b*, aussi en bois, articulés à charnières sur la traverse 1-1 ; 3° enfin d'un chevalet *c c*. Ces clapets sont maintenus fermés au moyen d'un tissu en caoutchouc 2-2, autrement dit élastique, analogue à celui employé pour les chaussures. La figure 15 montre comment est disposé ce tissu-ressort : 2-2 le tissu, 3 3 les 2 crochets venant passer dans les poignées 4 4, lesquelles sont fixées par des écrous à la partie interne des clapets. Dans cette même partie interne, on a aussi vissé 4 pitons à embase, fixés également par un écrou sur la partie supérieure des clapets. C'est dans ces pitons que l'on passe deux cordes se réunissant en *e e* dans une boucle terminant un des bouts de la corde *f* de soupape ; l'autre bout extrême est dans la nacelle, à portée de la main de l'aéronaute.

Le cercle d'appendice, que l'on voit en coupe (fig. 16 *bis*), est formé de feuilles de bois travaillées dans les mêmes conditions que le siège de la soupape. Il porte 4 ou 6 pitons à embase et à écrou *a-a*, auxquels on attache plusieurs bouts *b-b* aboutissant à une corde unique *g*, dite *corde d'appendice*.

### Pose de la soupape et de l'appendice.

De la pose de ces deux organes dépend l'étanchéité de l'aérostat.

Il convient, pour obtenir un bon résultat, de procéder comme suit :

On introduit la soupape dans l'ouverture laissée béante à la partie supérieure de l'enveloppe aérostatique (fig. 16), de manière à ce que l'étoffe *bbb* soit bien tendue sur la couronne *a-a* et ne fasse pas de plis. (On se souvient que nous avons laissé à nos fuseaux une longueur double de celle de la hauteur du siège *a-a* de la soupape.) Lorsque l'étoffe a été ainsi bien tendue, on la presse sur le siège par une corde *d* formant bague, et dont les deux bouts sont joints par une

épissure. On rabat ensuite l'étoffe, comme l'indique la figure, en ayant soin de la fixer au fur et à mesure par quelques petites pointes appelées *semence*. Cela fait, avec un cuir *c* de hauteur suffisante, on serre l'étoffe au-dessous de la corde-bague *d*, et sur la partie ou quart de cercle $a^2$.

Ce cuir a été mis à tremper dans l'eau pendant une journée ou plus, afin de le rendre souple et malléable. On le fixe sur la soupape avec des pointes à tête ronde et un peu large. Il est important que ce cuir soit bien tendu et s'applique exactement sur le bois. Dans le cas où l'on craindrait de ne pas réussir cette opération, il faut s'adresser de préférence aux bourreliers qui fabriquent des courroies de machines.

L'appendice, dont un côté est figuré en $a'$ (fig. 16), se pose de la même façon. 1 1 est le cercle d'appendice ; 2 2 2, l'étoffe ; 3, le cuir ; 4, la corde-bague, et 5 5, tuyau en toile vernie, dite *manche d'appendice*, de $0^m,60$ à $2^m,50$ de long, suivant le cube de l'aréostat, destiné à l'introduction du gaz. Quelques praticiens intercalent entre le cuir de la soupape et aussi entre celui de l'appendice des morceaux d'un cuir 6 6 quelconque très souple, dans le but d'éviter contre l'étoffe le frottement des nœuds du filet, nœuds très rapprochés à ce point.

La manche d'appendice 5 5 se place, comme on le voit, du côté $a'a'$, en l'introduisant d'abord sur le cercle $a'a'$ ; on opère ensuite comme nous l'avons dit.

Les cuirs de soupape et d'appendice sont coupés en bandes variant de 2 millimètres à 5 millimètres d'épaisseur, suivant la capacité de l'aérostat. Celui de la soupape porte en plus 4, 6 ou 8 lanières percées de trous, et portant chacune à leur extrémité une boucle à ardillon (fig. 17). L'utilité de ces lanières consiste à maintenir la corde de tête du filet *a* (fig. 17 *bis*).

## Du filet.

Le chanvre du filet doit, autant que possible, être du chanvre d'Italie première qualité. Cette préférence est basée sur la plus grande résistance qu'il offre par suite de la longueur

de ses brins, de sa finesse, de sa souplesse et de sa facilité de torsion.

On doit recommander au cordier d'opérer la torsion dans le sens opposé des cordes ordinaires, cela dans le but d'empêcher les mailles du filet de faire la vrille lorsqu'elles sont mouillées.

La longueur de corde exigée doit se calculer comme suit :

On dresse une épure selon la même méthode qui nous a servi pour le tracé d'un fuseau. De même que la largeur de l'étoffe à l'équateur nous a servi de diviseur pour déterminer le nombre total des fuseaux de la circonférence, de même la largeur ou ouverture d'une maille à l'équateur nous servira de diviseur pour établir le nombre total des mailles à l'équateur.

On est enclin, lorsqu'on débute dans l'aérostation, à faire des constructions très légères pour enlever plus de poids et emmagasiner moins de gaz, très coûteux à l'heure actuelle. Après quelques essais, on change vite d'opinion. Ayons donc un filet en bonne corde de $0^m,0015$ à $0^m,002$ pour les cubes de 600 à 1 200 mètres, et de $0^m,003$ pour les cubes de 3 000 mètres, lesquels, au reste, sont rarement demandés par les amateurs, à cause du coût des ascensions. Toujours pour une raison de légèreté, on donne quelquefois aux mailles de l'équateur une ouverture de $0^m,400$ et $0^m,500$. Selon nous, on doit donner une ouverture de $0^m,300$ à $0^m,350$, au maximum, pour les gros cubes et de $0^m,250$ à $0^m,300$ pour les petits cubes.

Pour notre aréostat *l'Albatros*, nous avons fixé à $0^m,3125$ l'ouverture de nos mailles à l'équateur. Pour tenir compte du rétrécissement des cordes mises au mouillage, il convient d'augmenter la circonférence réelle de l'aérostat de 1/18. De 57 mètres, elle passe donc à 60 mètres dans l'exemple donné. Divisant ce nombre par $0^m,3125$, nous obtenons 192, qui sera le nombre des mailles du filet. (Nous n'avons pris que 1/19 pour le rétrécissement, le filet devant être enduit d'un vernis spécial.)

Dans un filet bien fait, le nombre des mailles à l'équateur

divisé par 4 doit donner le nombre des cordes de suspension *xx* (fig. 18) que ce filet aura.

Les cordes de suspension *xx* sont reliées aux mailles du filet 1 2 3-11 par deux assemblages de cordes *ab, cd, ef* et *a* 1 2*b* et 2 3 *c*. Le premier se nomme *petites pattes d'oie*, le deuxième, *grandes pattes d'oie*. Il faut, pour obtenir le nombre des petites pattes d'oie, diviser le nombre de mailles à l'équateur par 2 ; puis, le nombre ainsi obtenu étant divisé, à son tour, par 2, nous obtenons le nombre des grandes pattes d'oie, et, par suite, le nombre des cordes de suspension de la nacelle.

Exemple : un aérostat a de 600 à 2 000 mètres cubes ; on donne 128 mailles à l'équateur : 128 : 2 = 68, nombre des petites pattes d'oie ; et 68 : 2 = 32, nombre des grandes pattes d'oie et des cordes de suspension de la nacelle.

Pour l'*Albatros*, nous savons qu'il y a 192 mailles à l'équateur ; donc 192 : 2 = 96, nombre des petites pattes d'oie, et 96 : 2 = 48, grandes pattes et cordes de suspension.

On voit de reste que, pour qu'un filet soit fait régulièrement, il faut que le nombre des mailles à l'équateur soit toujours divisible par 4 (fig. 18).

Pour qu'on puisse suivre plus facilement notre travail et dresser l'épure du filet de l'aérostat qui nous occupe, répétons, sur la figure 1, pl. I, ce qui a été fait pour l'épure du fuseau lors de la coupe de l'étoffe. Prenons pour diamètre d'une nouvelle épure, placée au centre de la figure 1, la distance *zxz* équivalant au nombre $0^m,3125$, lequel représente l'ouverture d'une maille à l'équateur, et traçons le cercle *zozo*.

Il est nécessaire d'avoir l'échelle de ce nouveau tracé. Nous opérons, pour cela, comme dans la figure 1. Pour établir les termes de notre règle de proportions, nous prendrons, d'une part, le diamètre réel, soit $18^m,350$, et de l'autre, l'ouverture normale des mailles, soit $0^m,300$, et non pas le chiffre $0^m,3125$, qui représente la grandeur des mailles augmentée de 1/19.

Nous disons donc : $18^m,350$ : $0^m,350$ : :: $x$ : 1 mètre.

L'opération faite, on obtient 61,13. C'est donc à 1/16,13 que l'échelle sera établie, c'est-à-dire dans la proportion de $0^m$,0163 par mètre, en négligeant cependant les légères erreurs dues aux décimales.

Notre échelle déterminée, nous tirons la ligne $w^2 w$, qui correspond à la ligne *mn* de la figure 1, représentant le cercle. Cette ligne $w^2$ *w* représente la hauteur que doit occuper le cercle de suspension, lequel doit être situé à une distance telle de la nacelle *p q r s* (fig. 1), que l'aéronaute puisse facilement l'atteindre et, au besoin, y monter, pour tenir en main la manche d'appendice *j g*, *i'h*. Notons, en passant, que ce tracé du cercle et de la nacelle (fig. 1) permet déjà de juger de l'aspect qu'aura l'aérostat une fois dans l'atmosphère.

Mais reprenons nos explications : Sur le petit tracé, ayant pour diamètre *z z*, nous prenons une ouverture de compas égale à 0,1, laquelle ouverture a été obtenue en menant les rayons 1 *x*, 2 *x* jusqu'à 17 *x*. A ce point nous traçons la ligne *w*-*w* et, à partir du n° 15, nous portons l'ouverture de compas 0 1 sur la ligne *w*-*w* autant de fois qu'elle peut y être contenue.

Nous menons en suite des parallèles à *z z* par tous les points 1, 2 et suivants du cercle *z o z o* jusqu'à *w*. L'aspect de la figure montre que toutes les parallèles à *x z* représentent la demi-largeur des mailles, de même que, pour les mêmes raisons, *x b* représente la demi-largeur d'un fuseau, c'est-à-dire le 1/61 de la circonférence.

Nous répétons avec un carton-gabarit les opérations déjà décrites plus haut, lorsqu'il s'est agi de rechercher les demi-largeurs des parallèles du fuseau. En un mot, toutes les parallèles à *x z*, passant par les points 1 2 3, etc.: du cercle *o z o*, seront répétées sur notre carton.

Nous reportant ensuite à la figure 3, marquons sur la parallèle 1-1, de chaque côté de *ab*, la demi-largeur correspondant à 0 1 de la petite épure du filet, laquelle largeur doit être soigneusement notée sur le gabarit. Promenons ensuite ce dernier tout le long de *a b*, comme pour les figures 6 et 7, et cela jusqu'à la parallèle 12, nous obtenons ainsi les points *s s s*,

que nous joignons par des droites, et aurons déterminé l'espace qu'occuperont en longueur les mailles de notre filet sur le fuseau.

Soit, pour faciliter notre démonstration, une portion de fuseau (fig. 19) comprise entre les parallèles 11 et 12 de la figure 3, nous prenons une équerre dont les trois angles ont respectivement 90, 60 et 30 degrés.

Plaçant une règle sur *a b* (fig. 19), nous appliquons le côté *a b* de notre équerre (fig. 19 *bis*) sur la règle *a b*, nous tirons la ligne 1 3 ; nous retournons ensuite l'équerre et du point 3 *s* nous traçons la ligne 3 2 et ainsi de suite jusqu'au point *o* de la figure 3. Par cette opération, nous obtenons les dimensions en largeur et en hauteur des mailles du filet.

Reste à déterminer les dimensions des pattes d'oie (fig. 18). Dans ce but, on trace, soit à 1/5, soit à 1/10, l'ensemble de la figure 18, en commençant par figurer 7 mailles d'équateur, 1 2 3 jusqu'à 7, qui auront pour ouverture 1-2, 2-3, etc. Nous savons que cette ouverture *c b* est de $0^m,3002$ à l'équateur (fig. 19 *bis*). Le point 1, ou longueur des grandes pattes d'oie (fig. 18), sera obtenu en prolongeant *o m* jusqu'à son point d'intersection avec la ligne $x x'$. La longueur des petites pattes sera déterminée en abaissant une parallèle à *x x*, à partir de l'angle de la demi-maille 2, reposant sur la ligne *z-z* jusqu'à sa rencontre avec *o m* 1, au point *a*.

La longueur totale des petites et grandes pattes d'oie réunies (fig. 18) une fois connue, nous n'avons qu'à la réduire à l'échelle de la figure 1. En consultant cette figure, on peut voir qu'après avoir tracé la ligne horizontale 1 *a*, 1 *a*, passant par l'appendice, nous avons mené, d'autre part, une parallèle à *c x d d'*, soit 1 2 *b*, 1 *a*, sur laquelle nous portons la distance *r* de la figure 18, à partir de la ligne de sol 1 *a*, 1 *a* : la distance $m^2$ 1 *a* représente cette longueur, et le point $m^2$ devient le point terminus des mailles du filet.

A partir de l'équateur jusqu'aux rangs inférieurs, en $m^2$, les mailles ont la même ouverture. On mène donc deux parallèles à *a b*, des points *s s* (fig. 3) indiqués sur la ligne 12-12 jusqu'au point *k*; puis, on promène l'équerre comme plus

haut : le filet se trouve alors rigoureusement déterminé.

Il est facile de connaître la longueur de corde à employer pour le filet. On commence par compter le nombre de mailles du point *k* au point *o* (fig. 3), en réservant, bien entendu, l'emplacement de la soupape. Pour l'*Albatros*, nous comptons 57 mailles du point *k* au point *o*. On relève ensuite sur l'épure (fig. 3) 10 largeurs de mailles, les largeurs les plus rapprochées des parallèles 12, 7, 6, etc. ; on fait la moyenne de toutes ces largeurs, comme nous l'avons fait pour celles du fuseau de l'étoffe. Avec cette grandeur moyenne, on dessine un quart de maille (fig. 19 *bis*) en formant le triangle *a b c* (avec des angles dans les proportions que nous avons déjà indiquées), dont le côté *c b* égale la demi-largeur moyenne déjà trouvée ; l'hypoténuse *a c* du triangle *a b c* multipliée par 4 nous donnera le développement moyen d'une maille moyenne. A ce produit, il est nécessaire d'ajouter environ $0^m,08$ ou $0^m,10$ pour les deux nœuds séparant les mailles, selon que la corde employée est de $0^m,002$ ou de $0^m,003$. On compte ensuite le nombre de mailles autour de la circonférence, c'est-à-dire en largeur, et le nombre des mailles de la soupape à l'appendice, c'est-à-dire en hauteur, et on multiplie ces deux nombres. Le produit obtenu, multiplié à son tour par la longueur de maille moyenne, donnera approximativement la quantité de corde à employer.

Pour le filet de l'*Albatros*, nous avons pris 4 largeurs de mailles donnant un total de $0^m,824$, lequel, divisé par 4, a produit $0^m,206$, c'est-à-dire le côté *c b* (fig. 19 *bis*). Pour être plus exact, donnons au côté *c b* la demi-largeur d'une maille à l'équateur, soit $0^m,103$ ; le côté *c a* que nous cherchons aura donc $0^m,203$ pour longueur, lequel nombre, multiplié par 4, donne $0^m,812$ ; ajoutons $0^m,10$ pour les nœuds, nous obtenons $0^m,912$. Nous faisons ensuite le produit total des mailles que nous avons vu être de 57 de la soupape aux pattes d'oie et de 192 pour la circonférence ; nous trouvons 10 944, qui, multiplié par $0^m,912$, donne 9 980 mètres, soit 10 000 mètres de corde pour notre filet.

Pour les petites pattes d'oie (fig. 18), on prendra les lon-

gueurs *m a* et *o o* que l'on doublera, et on obtiendra ainsi leur développement; pour les grandes, mêmes opérations sur les lignes *a* 1 et *v v*.

Nous avons trouvé qu'il fallait : pour les petites pattes, 246 mètres, et pour les grandes, 227 mètres. Il va de soi que ces grandeurs sont augmentées en proportion pour les nœuds et le passage sur les cosses.

On obtient les longueurs des cordes de suspension en mesurant la longueur $m^2 n$ (fig. 1). Cette longueur est, dans notre exemple, de $8^m,200$. En tenant compte d'un allongement moyen de $0^m,03$ par maille, comme nous en avons 57 en hauteur, nous retranchons 57 multiplié par $0^m,03$, soit $1^m,71$, ou, pour avoir un chiffre rond, $1^m,80$ de cette longueur, $8^m,200$ que nous donne l'épure ; nous obtenons $6^m,400$. Multipliant ce dernier par le nombre de cordes de suspension qui est de 48, nous aurons comme développement une longueur de 247, soit 300 mètres de corde.

Avec ces données sur les longueurs et sur la grosseur de la corde du filet, il devient facile d'en calculer le poids approximatif. Pour cela, il faut réunir toutes les sections des mailles de l'équateur et en former une seule. Cette section unique, divisée par le nombre des petites pattes d'oie, donnera la section de la corde pour ces engins et par suite le diamètre ; divisée par le nombre des grandes pattes, la section de corde de ces pattes. Pour le diamètre des cordes de suspension et pour celles de la nacelle, on prendra la section unique des mailles du filet que l'on divisera soit par les petites, soit par les grandes pattes d'oie, soit par les cordes de suspension.

Pour connaître pratiquement la résistance des cordes employées, on fait, en termes de cordier, *travailler* les cordes dans la proportion d'un poids de $2^k,75$ par millimètre carré. Il convient cependant de se tenir au-dessous de ce poids par cette raison qu'une corde, même avec un diamètre égal, contient plus ou moins de chanvre. Dans le journal *l'Aéronaute* (livraisons de février, mars et avril 1882), on trouvera des renseignements très utiles sur la corderie d'aérostation.

### Fabrication du filet.

Pour confectionner un filet, on se sert d'un appareil appelé *métier*, très facile à établir : sur deux tréteaux *a b* (fig. 20), on installe, en l'assujettissant, un chevron *c d* de 3 à 4 mètres de long sur $0^m,10$ de hauteur et $0^m,06$ d'épaisseur. Il doit être raboté et poli.

A l'une des extrémités de ce madrier, en *d* par exemple, on fixe, à l'aide de 4 fortes vis, une broche en fer *e* rivée très solidement sur une plaque de tôle de la largeur du madrier. La hauteur de la broche est d'environ 12 à 14 centimètres, et son diamètre de 10 millimètres.

Sur le banc du métier *c d*, on place une broche *f* semblable à *c ;* seulement elle est montée sur un coulisseau *a b c d* (fig. 21), percé d'un trou fileté, portant la broche *f*. Cette disposition permet de faire glisser la broche *f* tout le long du métier *c d* (fig. 20), et de l'y fixer au point voulu au moyen d'une vis de serrage *g*.

Remarquons, avant de commencer le filet, qu'une maille est composée de deux triangles : *b a c* et *b d c* (fig. 22), et que, par suite, sur notre métier, il nous est impossible de faire une maille entière du premier coup ; on n'obtient qu'une demi-maille, soit *b a c*.

On peut commencer indifféremment, pour la première rangée de mailles, soit par celles de la soupape, soit par celles de l'équateur. Il est, néanmoins, préférable de commencer par celles de l'équateur : le travail sera très facilité.

Pour cela, nous prenons sur notre épure (fig. 19 *bis*) la longueur *b a*, qui correspond à celle de nos mailles d'équateur, et celle de *b a* (fig. 22). Nous aurons donc la distance qui séparera la broche *f* de la broche *e* (fig. 20). On fixera, en tenant compte de l'épaisseur de *f* et de *e*. Puis, sur ces deux broches fixées à cette distance, nous ferons 192 demi-mailles en disposant la corde de la manière indiquée par les figures 23, 24 et 25.

Ainsi, on forme avec la corde la figure 23, c'est-à-dire les

deux boucles 1 et 2. On les replie l'une sur l'autre et on place ces deux œillets ainsi superposés sur la broche *e* (fig. 24), en serrant sur cette broche. On continue à former des demi-mailles *c*, comprises entre deux nœuds coulants 1 2 (fig. 25). On en fait de cette façon 191. La 192e maille se forme à l'aide de deux brins *a b*, qu'on joint par un nœud en huit ou mieux par une épissure. Chacune des mailles *c* aura pour longueur, en tenant compte de la corde utilisée par les deux nœuds coulants 1 2, la longueur *z* de la figure 20.

Ce premier tour étant terminé, on recule la broche mobile *f* (fig. 20) d'une longueur égale à celle que l'on vient d'employer, soit *z'*; puis, à l'aide d'une navette en bois (fig. 26), on fait le nœud du filet aux points *h* 2 3, etc. (fig. 28), lesquels indiquent les demi-mailles *c* (fig. 25). La figure les montre posées à plat, pour faciliter la démonstration, et les cercles pointillés *e e* figurent la broche unique *e* de la figure 20.

Pour terminer la deuxième rangée complétant la première on réunit de la même façon *a* et *b* (fig. 25). On continue ainsi jusqu'à la dernière rangée, celle qui touche à la soupape de l'aérostat. A chaque nouveau rang, on recule la broche *f* de la même distance, qui est successivement 1 3, 3 2, etc. (fig. 19). Si la longueur du métier est insuffisante, on reporte le dernier rang qui était en *c* sur la broche *e*, et ainsi de suite jusqu'à la terminaison du filet.

On s'occupe ensuite des grandes et des petites pattes d'oie, lesquelles se font toutes deux de la même façon et également sur le métier. Pour les grandes et petites pattes d'oie, on se sert de l'épure tracée en grandeur (fig. 18). On prend deux fois la distance entre *m a* et *o o*; la longueur totale, divisée par 4, donne la distance à laquelle il faudra placer la broche *f* de la broche *e* (fig. 20). On opérera ensuite comme pour les mailles (fig. 28), après avoir fait les nœuds 1 *h* 4 à la navette. Toutefois, au lieu de passer simplement la corde 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 (fig. 29), autour de la broche *f*, on la fait passer dans une cosse *g*, que l'on a placée au préalable sur la broche *f*. Il est bon de noter qu'afin de rendre notre explication plus

facile nous avons supposé que les mailles étaient distancées les unes des autres, alors qu'on les fait réellement en les superposant.

On appelle *cosses* (fig. 30 et 31) de petites bagues en cuivre, à gorge *a a*, spécialement utilisées dans la marine. On en trouve chez les quincailliers et les cordiers.

Autre remarque sur les grandes pattes d'oie. Elles se font exactement de la façon indiquée ci-dessus ; seulement, pour les relier aux petites, la corde qui sert à les façonner est introduite dans la gorge des cosses placées en *a* 2 *b* (fig. 18). Nous montrons cette disposition dans la figure 31. La corde est fixée à l'aide d'un transfil ou d'une ligature en fil à voile, en *x*. De là, la corde passe dans des cosses de plus grande dimension, aux points 1 2, auxquelles sont reliées les cordes *x x* (fig. 18). On agit de même aux points *a* 2 *b* de la même figure.

Les cordes de suspension *x x* (fig. 18) se placent dans la gorge des grosses cosses aux points 1 2 et y sont fixées non par un transfil, mais par une épissure recouverte d'un transfil, comme on l'a dit plus haut. L'autre extrémité des cordes *x x* se termine par une boucle *a* (fig. 32), arrêtée également par une épissure et un transfil *b*.

## Du cercle de suspension.

Le cercle de suspension *h h* (fig. 33 et 34) est en bois de frêne, de noyer ou de hêtre. Sa section est rectangulaire ou ronde : la première est plus élégante. Il est formé de plusieurs épaisseurs ou feuillets de bois, collés, cloués, puis tournés. Il doit être poli et recouvert d'huile de lin et du vernis d'ébénisterie. Ses dimensions ne sont pas déterminées : elles dépendent du goût et du coup d'œil du constructeur, à l'inverse de tous les autres engins d'un aérostat, qui sont calculés sur la résistance des matières employées. La raison en est que le cercle de suspension ne sert qu'à rallier et à ramasser les cordes de suspension du filet. Ce cercle exige cependant une grande solidité. Il porte sur toute sa périphérie

des encoches 1 2 3 4 5, etc., correspondant aux cordes de suspension. Ces cordes, du reste, ne sont pas fixées directement sur le cercle, mais à des morceaux de bois *a*, renflés à leur centre et nommés *gabillots*, lesquels sont attachés au cercle par des bouts de corde de 0$^{m}$,15 à 0$^{m}$,20 de longueur et retenus par des épissures. Ces gabillots *a*, dits *de filet*, sont de moindre dimension que ceux *b* destinés à soutenir la nacelle *ff* (fig. 34). Ainsi, pour l'*Albatros*, les gabillots de nacelle ont une section totale quatre fois plus grande que ceux du filet. Les premiers ont, comme diamètre maximum, 0$^{m}$,030 et les seconds 0,$^{m}$025. Il y a 48 gabillots de filet et 12 de nacelle. Le cercle *h h*, d'après notre épure, a comme diamètre 1$^{m}$,50 et comme section 0$^{mq}$,0045, soit : hauteur, 0$^{m}$,09 ; épaisseur, 0$^{m}$,05.

### De la nacelle.

La nacelle est simplement un panier en osier presque carré, travaillé à la façon des cabines de bains de mer ; l'osier en est seulement plus fort. Pour plus de solidité, on alterne osier et jonc par bandes superposées. Les cordes de suspension sont introduites dans la contexture de l'osier, de manière à former le fond et les côtés de la nacelle. Le dessous est consolidé par de fortes traverses de bois de chêne : en général, il y en a trois. Il faut pour cette construction un vannier habile et spécial, car, en cas de descentes rudes, c'est la nacelle qui reçoit les chocs : c'est le bouc émissaire des traînages. A Paris, il n'y a que deux vanniers capables de mener ce travail à bonne fin, c'est M. Fortuné et M. Oualle. Le premier principalement ajoute l'élégance à la solidité.

La nacelle de l'*Albatros* mesure 2$^{m}$,30 de long sur 2 mètres de large et 1$^{m}$,40 de profondeur ; son poids est de 250 kilogrammes. Les petites nacelles ne dépassent guère le poids de 15 à 25 kilogrammes pour les cubes de 400 à 800 mètres.

### De l'ancre.

L'ancre est un engin indispensable à l'aéronaute. En général, c'est un poids dont on aime à se défaire, afin d'avoir

moins de poids mort et d'emporter un voyageur de plus. A notre avis, c'est là une erreur grave. Bien des traînages et des accidents sont dus à l'emploi d'engins d'arrêt dérisoires.

Pour sa fabrication, il est indispensable de s'adresser à des spécialistes.

La maison Leclerc, de Paris, s'est fait, sous ce rapport, une excellente réputation.

Nous donnons ci-dessous le poids de l'ancre, suivant le cube de l'aérostat :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Pour | 300 | mètres cubes, | il faut une ancre de | 8 à 10 | kilog. |
| — | 600 | — | — | 15 à 18 | — |
| — | 800 | — | — | 18 à 20 | — |
| — | 1200 | — | — | 20 à 25 | — |
| — | 3000 | — | — | 40 à 45 | — |

L'expérience a démontré la supériorité du jas en bois sur celui en fer. La forme en est à peu près la même que celle des ancres de marine, avec cette différence que les pattes sont plus larges et plus effilées dans la partie destinée à s'enfoncer dans la terre, qu'elles sont plus cintrées et dérivent, quant à la forme, de celles dites *flamandes*.

## Corde d'ancre et guide-rope.

La corde d'ancre doit avoir, pour les petits cubes, une longueur de 10 à 20 mètres et, pour les grands cubes, de 20 à 30 mètres. Au sujet de cette corde, nous renvoyons nos lecteurs à ce que nous avons dit au sujet de la résistance des cordes. Il y est dit que la corde doit pouvoir supporter un poids de $2^k,75$ par millimètre carré. Pour la corde d'ancre, il faut ajouter la résistance qu'offre la pression du vent par mètre carré sur l'aérostat, alors que l'ancre a mordu.

Pour faciliter ce calcul, nous avons transcrit ci-dessous le tableau de ces pressions par rapport à différentes vitesses à la seconde : ce tableau se trouve, du reste, dans tous les aide-mémoire de l'ingénieur, dans Opperman, dans les livres traitant de météorologie, etc.

*Table des vitesses et pression du vent, d'après M. Ch. Armengaud jeune.* (*Formulaire de l'ingénieur*, p. 33.)

| DÉSIGNATION. | VITESSE PAR SECONDE en mètres. | VITESSE PAR HEURE en kilomètres. | PRESSION EXERCÉE sur 1 mètre carré |
|---|---|---|---|
| | mètres. | kil. | kil. |
| Vent seulement sensible.............. | 1 | 3.6 | 0.20 |
| Vent modéré......................... | 2 | 7.2 | 0.54 |
| Vent frais ou brise (tend bien les voiles). | 6 | 21.6 | 4.87 |
| Vent le plus convenable aux moulins.. | 7 | 25.2 | 6.64 |
| Bon frais, très bon pour la marche en mer.............................. | 9 | 32.4 | 10 97 |
| Grand frais, fait serrer les hautes voiles. | 12 | 43.2 | 19 50 |
| Vent très fort....................... | 15 | 54.0 | 30.47 |
| Vent impétueux...................... | 20 | 72 0 | 54.16 |
| Grande tempête...................... | 27 | 97.0 | 98.17 |
| Ouragan............................. | 36 | 129.6 | 176.96 |
| Ouragan qui renverse les édifices. .... | 45 | 162.0 | 277.87 |

La pression par mètre carré étant connue, on fait la surface de la section droite de l'aérostat, c'est-à-dire celle d'un cercle ayant pour diamètre celui de l'aérostat. Pour l'*Albatros*, le diamètre de cette surface est $a\ b$ (fig. 1).

La formule $S = 0{,}785 \times d^2$ donne cette surface ; S représentant la surface, 0,785 le coefficient et $d^2$ le diamètre multiplié par lui-même, autrement dit au carré.

La résistance est donc également connue. On la multiplie alors par le coefficient 0,6, adopté par Multon pour les résistances des sphères et des fluides.

On peut encore employer la méthode de Poibert, Morin, Didion. Leur formule est la suivante :

$$R = A\ d\ (0{,}00187 + 0{,}022\ V^2).$$

R, est la résistance, en kilogrammes, sur la sphère ;

A, la surface donnée par le cercle ayant pour diamètre celui de l'aérostat ;

$d$, le poids de 1 mètre cube d'air à 15 degrés, soit $1^k{,}230$ ;

$V^2$, la vitesse de l'air au carré ou multipliée par elle-même.

0,00187 et 0,022 : coefficients invariables.

C'est d'après les données ci-dessus que nous avons fixé le diamètre de la corde d'ancre de l'*Albatros* à 0$^{m}$,032.

Quant au guide-rope, c'est une simple corde à puits, fortement rugueuse. Celui de l'*Albatros* a 250 à 300 mètres de long et 0$^{m}$,035 à 0$^{m}$,040 de diamètre. La corde d'ancre est quelquefois employée comme guide-rope ; mais il est préférable d'avoir l'un et l'autre.

Les amateurs inexpérimentés sont là aussi tentés de réduire la longueur du guide-rope. Il suffit d'avoir vu l'armement d'une nacelle fait par un aéronaute de profession, par un praticien en un mot, pour être convaincu de l'utilité d'une grande longueur de guide-rope.

Notre aérostat est terminé. Il nous reste, après avoir décrit le matériel montant, à parler de celui appelé *fixe*, par opposition.

### Des sacs de lest et tuyaux de gonflement.

Pour conduire le gaz dans l'intérieur de l'aérostat, on se sert de tuyaux en toile préparée de la même façon que l'étoffe de l'enveloppe. Le plus petit diamètre à leur donner est de 0$^{m}$,100 à 0$^{m}$,140 pour les cubes de 400 à 800 mètres ; de 0$^{m}$,240, pour les cubes de 800 à 1 200 mètres, et de 0$^{m}$,300 à 0$^{m}$,350, pour les gros cubes. Ces dimensions sont celles qui conviennent pour de faibles pressions ; mais si l'on gonfle à l'hydrogène pur et avec forte pression, il est loisible d'amoindrir ces diamètres.

En outre, il est nécessaire de préparer des sacs en toile forte, d'une capacité de 10 à 14 litres, et pouvant contenir de 10 à 15 kilogrammes de sable, pas davantage.

Voici les dimensions de ces sacs :

Diamètre : 0$^{m}$,22 ; hauteur : 0$^{m}$,400.

Ne les emplir qu'aux deux tiers pour qu'ils ferment bien et soient maniables. Il convient, bien que cela puisse paraître exagéré, de faire fabriquer autant de sacs qu'il y a de mailles. Bien des circonstances peuvent exiger cette abondance.

Nous indiquons (fig. 35) la manière de monter un sac de

lest. A la partie supérieure *e e*, on place 4 œillets métalliques, 1, 2, 3, 4, dans lesquels on passe une corde *a b c d* (fig. vue en plan) assez grande pour former quatre longueurs de $0^m,400$, et pouvant coulisser dans les œillets pour fermer le sac. Ces quatre brins sont attachés par une boucle ou ganse en *a c*, dans laquelle est fixé un crochet *f* en fer de 5 à 7 millimètres de diamètre.

## Du gonflement.

Il y a deux méthodes de gonflement des aérostats : la méthode dite *en épervier* et celle dite *en baleine*.

La première convient aux petits aérostats, et même les débutants peuvent, avec de l'attention, obtenir un bon gonflement avec cette manière de faire. La seconde est plus expéditive, mais exige de l'habitude et une grande surveillance.

La figure 36 représente un gonflement par la méthode dite *en épervier*. L'aérostat est apporté sur le lieu de gonflement plié comme l'indique la figure 13. On l'étale en ayant soin qu'il y ait le même nombre de côtes à droite et à gauche de la ligne *x-x* de gonflement (fig. 36 *bis*). On ramène ensuite la soupape *c* vers l'appendice de deux tiers environ de la longueur qu'occupait l'aérostat allongé, de façon que les côtes *z z* (fig. 36 *bis*) forment un disque. Il faut surveiller que les coutures *z z z* soient bien droites et forment des rayons réguliers à ce disque. On coiffe alors l'aérostat de son filet, que l'on fixe à la soupape au moyen de courroies 1, 2, 3 (fig. 17). La figure 17 *bis* représente la corde sans fin, A, que l'on a passée dans les dernières mailles du filet, du côté de la soupape, et montre comment sont fermées les boucles formées par les courroies 1, 2, 3 de la figure 17. Ensuite on accroche un sac de lest, 1, 2, 3, etc. (fig. 36 *bis*), à chaque deux ou quatre mailles. En dernier lieu, on fixe le tuyau de gonflement, *c c*, d'un côté sur la prise de gaz, de l'autre à la manche d'appendice, à l'aide d'un tambour en métal, sur lequel tuyau et manche d'appendice sont ligaturés. Puis on lute la soupape *c* avec un mélange, appelé *cataplasme*, de chandelle, de farine de lin et

d'eau ; le tout bien broyé, malaxé ensemble, de manière à former une pâte ni trop solide ni trop liquide. On peut se servir de graisse de voitures.

Avant de procéder au gonflement, on régularise l'aérostat, c'est-à-dire qu'on laisse introduire quelques mètres cubes de gaz pour enlever l'adhérence de l'étoffe produite par le vide relatif intérieur; par ce moyen, on évite les déchirures.

Cette précaution doit être prise aussi pour étaler l'aérostat, ainsi que nous l'avons dit pour les figures 36 et 36 *bis*.

On ne saurait trop recommander de s'assurer que la corde de soupape soit placée à l'appendice près du tuyau de gonflement. Il serait, en effet, sinon impossible, du moins très difficile et très dangereux, de la saisir dans l'aréostat plein de gaz dans le cas possible où elle resterait enroulée dans l'intérieur.

Le robinet fournissant le gaz doit d'abord être peu ouvert et n'être mis au plein que progressivement. On suspend des sacs de lest à toutes les deux ou quatre mailles pour les petits cubes et à toutes les mailles pour les cubes de 2 000 à 3 000 mètres. On laisse s'emplir lentement l'enveloppe, en décrochant les sacs d'une demi-maille à la fois, tout autour et régulièrement, au fur et à mesure que l'aérostat s'élève. Il est bon que cette opération soit faite par une seule personne ou sous la direction d'une seule, car d'elle dépend l'aplomb de l'aérostat gonflé.

Si le vent est fort, il faut tenir l'aérostat serré sur ses sacs de lest, de façon que l'étoffe soit bien tendue partout; on évite ainsi les plis, qui sont un danger. Lorsque l'aérostat s'est élevé jusqu'à la hauteur $m^2$ (fig. 1), c'est-à-dire aux pattes d'oie 1 2 (fig. 18), on place un homme à chacune de ces pattes d'oie, avec mission de placer un ou plusieurs sacs sur la corde *o o*, puis sur *v v* (fig. 18). Dans l'intervalle, on transporte la nacelle près de l'appendice et on la gabillote, en premier lieu, à son cercle ; lequel, à son tour, est rattaché à l'aérostat par l'intermédiaire des cordes de suspension *x x* (fig. 18).

Cela fait, ordre est donné de placer les crochets des sacs de lest à cheval sur les cordes de suspension et de les faire

glisser sur ces cordes : cette manœuvre fait prendre immédiatement à l'aérostat la position qu'il doit avoir pour l'ascension.

A ce moment, l'aéronaute doit avoir tout son sang-froid et avoir l'œil à tout. Il doit procéder à l'arrimage de sa nacelle. Il commence par attacher d'un bout la corde d'ancre *b-b* (fig. 39) au cercle *d-d*, en la faisant passer sur les deux côtés (fig. 34). Au préalable, la corde d'ancre a été roulée au bidard pour former un cercle dont toutes les spires sont retenues par un brin *o*, lequel est lui-même attaché à la nacelle. A l'autre bout est l'ancre *x-x*. Le guide-rope *c-c* est attaché de la même façon au cercle et au bordage de la nacelle, mais à angle droit (fig. 37), par rapport à la corde d'ancre *b-b*.

Il est procédé ensuite au calcul de la force ascensionnelle ou pesage. C'est là une manœuvre que la pratique seule peut apprendre, car, suivant la température, le vent et le cube, on peut s'élever en l'air avec 1 kilogramme jusqu'à 80 kilogrammes et plus de force ascensionnelle. Pour acquérir ce tour de main, il faut donc un certain apprentissage avec des praticiens.

On peut, il est vrai, y remédier en opérant ce qu'on appelle le *départ à la corde*. Voici en quoi il consiste : une corde *e f* (fig. 34) est enroulée trois ou quatre fois autour d'une des cordes de suspension de la nacelle ; le côté *e* est tenu, à terre, à la main, et le côté *f* par l'aéronaute. La longueur de la corde *e f* est de quelques mètres. On laisse la nacelle libre, et la vitesse avec laquelle s'élève l'aérostat indique si la force ascensionnelle est suffisante. Si oui, l'aéronaute n'a qu'à lâcher la corde et l'aérostat s'échappe.

Cette méthode n'est pas applicable aux grands aérostats. Aussi avons-nous étudié un appareil de déclanchement laissant à l'aéronaute le libre exercice de ses mains. Cet appareil (fig. 37) se compose d'une tige ronde *a-a*, terminée à la partie supérieure par un œil *e ;* la partie inférieure porte un renflement *d*, dans lequel passe un axe à tête ronde réunissant la fourchette *b-b* à la tige *a-a ;* un levier *c-c* maintient la fourchette dans la position indiquée en *b-b*.

Cet appareil s'attache par l'œil *e* au cercle de suspension. Une corde de retrait passe dans le talon *f* et l'empêche de s'éloigner de la nacelle. La corde *g-g*, que l'on tient à terre, se passe dans la fourchette *b-b;* enfin, le levier *c-c* est maintenu en place par un ressort *x*.

L'aérostat étant à 7 ou 8 mètres de terre et l'aéronaute, estimant bonne sa force ascensionnelle, n'a qu'à appuyer sur le levier *c-c* dans le sens de la flèche ; la traction oblique de *g-g* fait basculer suivant *b*² *b* la fourche *b-b*, et l'aérostat se trouve libre.

Cet appareil, construit pour la première fois en vue de l'*Albatros*, permet, même avec un effort extrême de 8 000 kilogrammes sur l'aérostat, de ne dépenser qu'une force de 20 kilogrammes à l'extrémité du levier *c-c*. Cet appareil pèse 15 kilogrammes.

Vient ensuite la méthode de gonflement dite *en baleine*. L'aérostat est étalé en long, au lieu de l'être en rond ; on le coiffe également de son filet et la soupape est recouverte du cataplasme, etc., comme pour l'autre méthode. Sur la partie rapprochée de l'appendice, on étend des bâches que l'on fixe, à l'aide de sacs de lest, sur une longueur de 4 à 5 mètres. Lorsque le gaz arrive, la première côte (fig. 13) se soulève et forme couloir. Bientôt la soupape tend à se soulever ; on l'aide en dépliant les côtes et en ramenant au fur et à mesure, à l'aide des sacs de lest accrochés au filet, l'enveloppe vers l'appendice. Comme on le voit, cette méthode prend moins de temps, mais demande beaucoup d'habitude.

## Des instruments.

Dans toute ascension, il est indispensable d'emporter un baromètre anéroïde. Quand il s'agit d'ascensions plus sérieuses et dites *scientifiques*, il convient de se munir de plusieurs baromètres et thermomètres, d'une boussole, d'un psychromètre, d'un sextant, de cartes terrestres et célestes, etc. Nous n'en parlerons pas, la description de ces instruments n'entrant pas dans le cadre de cette petite brochure.

## De la conduite de l'aérostat.

Pour un apprenti aéronaute, la meilleure manière de diriger un aérostat, c'est de le laisser aller à sa fantaisie, sauf à jeter du lest lorsqu'il se rapproche des toitures ou qu'il descend sur un cours d'eau ou tout autre obstacle. Qu'il observe beaucoup cependant et se familiarise avec les engins. Il faut, en effet, beaucoup de pratique et de sang-froid pour devenir un aéronaute, c'est-à-dire un homme capable de conduire des compagnons de voyage dans les hauteurs de l'atmosphère et d'assumer la lourde responsabilité de les ramener à terre sains et saufs. On n'est pas aéronaute pour avoir mis trois ou quatre fois le pied dans une nacelle, et tous ceux que la science aérostatique intéresse savent que s'élever n'est presque rien, mais que savoir descendre est tout.

## Montgolfières.

Avant de clore notre étude, nous dirons quelques mots sur la montgolfière, appareil, chacun le sait, inventé par les frères Montgolfier, dont nous avons voulu honorer la mémoire, pour notre faible part, en publiant cette brochure. La place de cet article serait donc toute désignée pour paraître en première page, si la montgolfière, comme tout appareil qui a reçu des perfectionnements, n'avait été délaissée.

Au lieu de s'élever et de se maintenir dans l'atmosphère au moyen du gaz hydrogène, soit pur, soit carboné, la montgolfière s'élance dans l'espace au moyen de l'air chaud ou dilaté.

Les premières montgolfières furent construites en papier. Actuellement elles sont en étoffe et ne diffèrent des aérostats que par une largeur plus grande de l'appendice ; cette largeur est d'environ un quart du diamètre. Il n'y a ni soupape ni filet. Notre figure 38 représente une montgolfière. Ainsi *x x* est la montgolfière, *b c* l'appendice. L'étoffe y est repliée de façon à former une coulisse dans laquelle on passe le cercle *a a'* (fig. 39), lequel est confectionné avec 4, 6 ou 8 morceaux,

suivant son diamètre. A ce cercle est suspendue la nacelle *f*, par des cordes de suspension *b d e c*. Au milieu de la nacelle est placé le fourneau ou calorifère *g*, dans lequel est brûlée de la paille de seigle en petits botillons.

C'est à M. E. Godard, un maître en aérostation, que l'on doit les plus grands perfectionnements apportés à la montgolfière. C'est lui qui a disposé de la meilleure manière un cercle d'appendice pouvant se démonter au besoin ; c'est encore lui qui, tandis qu'on employait primitivement un simple réchaud recevant le combustible, a imaginé le fourneau en tôle à triple enveloppe, afin de garantir ses compagnons de route du rayonnement du calorique. Nous pensons, du reste, être agréable au lecteur en lui faisant connaître les dimensions de la montgolfière *l'Aigle*, construite fin 1863 par Eug. Godard et qui fit, en 1864, de si brillantes ascensions au Pré Catelan.

*L'Aigle*, type des montgolfières perfectionnées, avait un cube de 1 400 mètres (fig. 39). La longueur d'une côte, de la soupape à l'appendice, était de 35$^{m}$,720, le nombre de côtes de 96, le diamètre de la montgolfière de 29$^{m}$,500, sa circonférence de 92$^{m}$,360 ; enfin la surface totale de l'étoffe était de 2 840 mètres carrés. Sur toute la surface étaient cousus des galons dessinant un filet. Le but était de consolider l'étoffe.

A la partie équatoriale se trouvait un vaste parachute *g h*, maintenu par 64 cordes *g i*, *h i*. Grâce à ce parachute, les descentes étaient toujours très douces et pouvaient presque être dirigées ; il était tout au moins possible d'éviter un obstacle dangereux. Le diamètre de la soupape était de 1$^{m}$,400 ; celui de l'appendice, de 7$^{m}$,370. La nacelle était rattachée au cercle d'appendice par 32 cordes. Le calorifère, placé au centre de la nacelle, était en tôle et formé de trois corps cylindriques, espacés de 0$^{m}$,170 l'un de l'autre, et, par suite, servant d'écran contre le rayonnement. Son poids était de 620 kilogrammes ; la montgolfière elle-même pesait 1 496 kilogrammes, et l'ancre, munie d'un anneau en caoutchouc destiné à amortir la force d'inertie de l'appareil, 70 kilogrammes.

Les autres engins d'arrêt étaient : deux guides-ropes, l'un de 200, l'autre de 300 mètres de long.

Le combustible de route, se composant de paille de seigle épurée, figurait pour 300 kilogrammes, et à chaque ascension huit personnes prenaient place dans la nacelle.

Pour maintenir cet appareil en équilibre, à la surface de la terre, avec 0 degré de température, il fallait obtenir, pour l'air contenu dans la montgolfière, une température de 72 degrés.

En moins d'une heure, par un temps calme, M. E. Godard gonflait, avec 250 kilogrammes de paille, cette magnifique montgolfière sur l'équateur de laquelle il avait fait peindre quatre aigles de 17 mètres d'envergure.

Quand on construit une montgolfière, il faut pouvoir se rendre compte du poids qu'elle peut enlever. Pour cela, quand on en a déterminé le cube par le même moyen que celui décrit pour les aérostats, il est essentiel de connaître la densité de l'air déplacé.

Nous donnons ci-dessous une formule due à M. J. Gaudry, laquelle permet de trouver la densité correspondant à une température déterminée.

$$P = \frac{1^k,30}{1 + (0,00375 \times t)}.$$

P est la densité cherchée ; 1, 1 mètre cube d'air à 0 degré ; 0,00375, le coefficient de dilatation du gaz ; $t$, température que l'on veut obtenir ; $1^k,30$, poids de 1 mètre cube d'air à 0 degré.

Nous donnons également ici, d'après le même auteur, la densité de l'air de 0 degré à 300 degrés.

*Tableau du poids de 1 mètre cube d'air, de 0° à 300°.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 mètre cube | d'air pèse | à 0°.................. | $1^k$,30 |
| — | — | 5°.................. | 1 ,27 |
| — | — | 10°.................. | 1 ,25 |
| — | — | 15°.................. | 1 ,23 |
| — | — | 20°.................. | 1 ,20 |
| — | — | 30°.................. | 1 ,17 |
| — | — | 50°.................. | 1 ,08 |
| — | — | 100°.................. | 0 ,96 |
| — | — | 300°.................. | 0 ,60 |

Après lecture de ce tableau, on reste étonné de l'infériorité de puissance ascensionnelle des montgolfières par rapport aux aérostats, puisque, pour obtenir $0^k,600$ de force ascensionnelle par mètre cube, il faut chauffer à près de 300 degrés. A 100 degrés, on n'obtient qu'une force de $0^k,270$ par mètre cube, alors qu'à 150 degrés les matières végétales roussissent; on est donc forcément obligé de se tenir bien au-dessous de 300 degrés, pour n'obtenir qu'une puissance ascensionnelle bien inférieure à celle que fournit le gaz d'éclairage. En effet, alors que, à 0 degré, 1 mètre cube de gaz d'éclairage épuré enlève $0^k,700$, 1 mètre cube d'air, chauffé à 100 degrés, ne peut soulever que $0^k,096$ : la différence en faveur du gaz est donc de $0^k,604$. Et encore cette température de 100 degrés est-elle la limite que l'on ne peut dépasser sans danger d'incendie. Elle est, de plus, très difficile à maintenir. D'autre part, dans la montgolfière, le volume est plus grand pour le même poids enlevé et, par suite, il y a augmentation de surface : le traînage devient donc presque forcé à la descente. Il a donc fallu toute l'habileté pratique des frères Godard pour manier, sans éprouver d'accidents, ces énormes machines aérostatiques. Le plus souvent on chauffe à terre l'air intérieur et on s'élève sans emporter de fourneau : c'est une simple montée et descente.

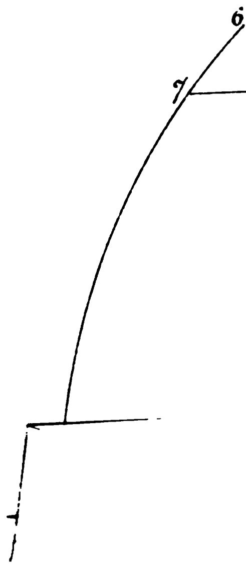
On a cherché à utiliser les montgolfières à cause de la modicité des dépenses de gonflement; nous-même sommes l'auteur d'un mode de gonflement permettant de compter sur une sécurité presque absolue. Malgré toutes ces modifications, on a renoncé à leur emploi, le gaz, quoique plus cher à l'heure actuelle, étant un moteur incontestablement plus puissant. On lance quelquefois, dans les fêtes et réjouissances publiques, des montgolfières en papier de 7 à 8 mètres de diamètre, au maximum, chauffées par un tampon en ignition placé au-dessous. Ces minuscules appareils parcourent un court espace, et, le plus souvent, s'enflamment dans l'air : la montgolfière devenue un jouet, après avoir révolutionné l'époque où elle apparut !

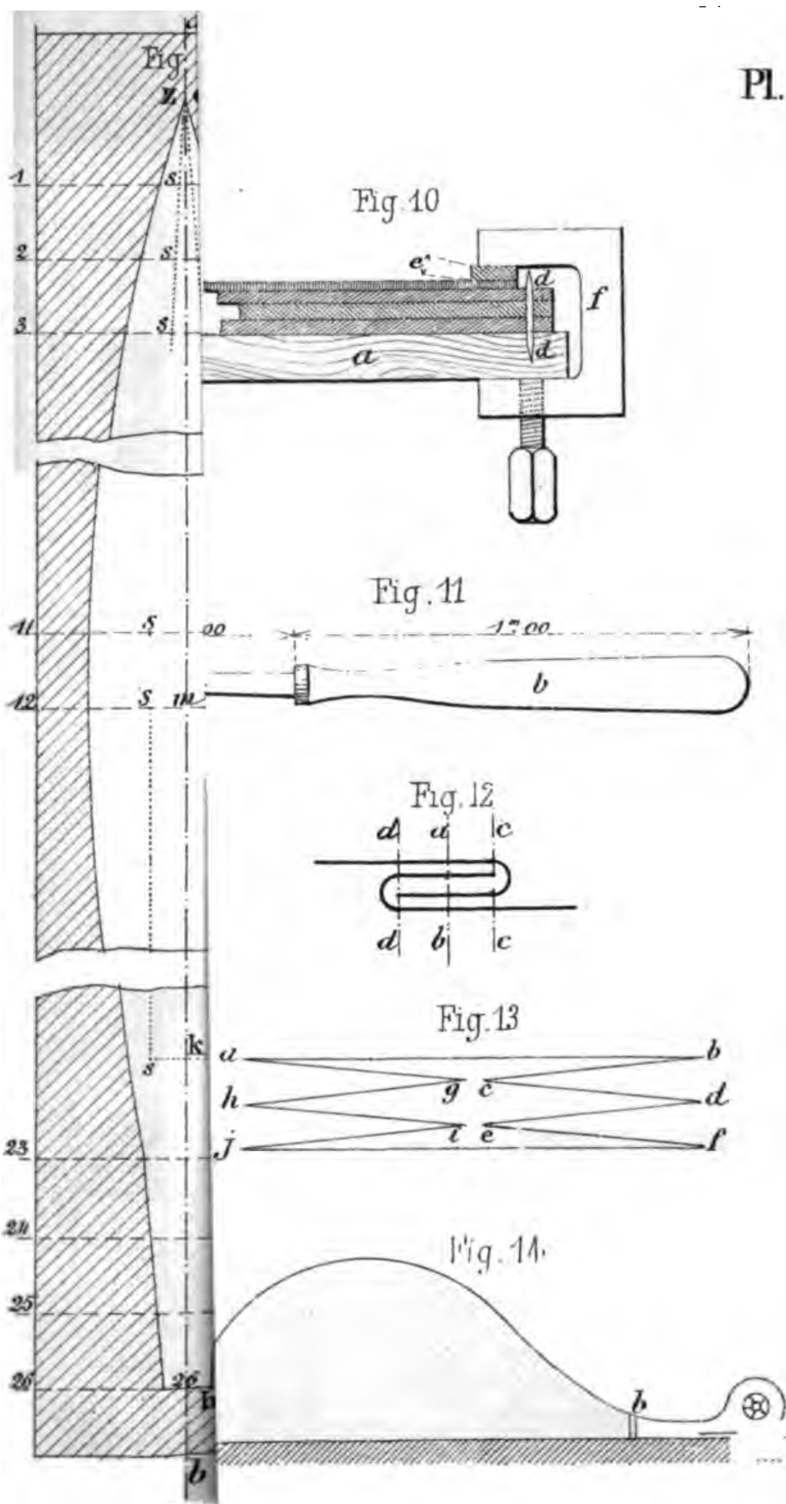
Notre tâche est terminée. Nous n'avons pas cherché, comme

il a été dit, à faire une étude pratique traitant de la conduite des aérostats ; notre but a été d'initier la jeunesse et tous ceux que leur fortune, leur fantaisie ou l'amour de la science entraînerait à l'étude si intéressante de l'aérostation, aux principes mathématiques et aux règles pratiques qui président à la construction de ces appareils destinés à nous emporter dans les couches profondes de l'atmosphère. Nous nous estimerons heureux, si nous avons pu faire naître chez quelques-uns sinon le goût, du moins le désir curieux de fouiller les mystères de l'espace. En parcourant ce vaste domaine, encore trop peu exploré et si riche en phénomènes variés, quelques-uns pourront trouver la gloire, tous goûteront des jouissances inconnues et des étonnements toujours nouveaux.

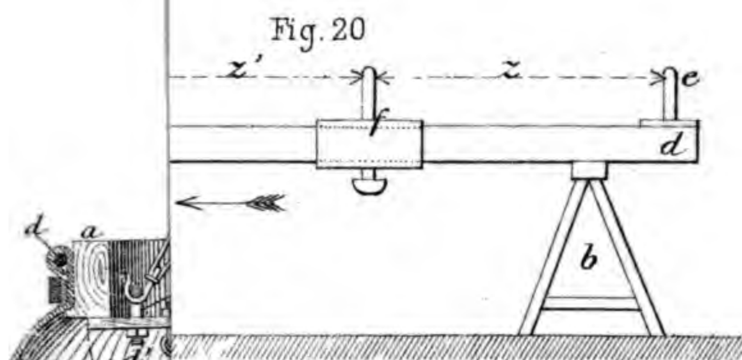
---

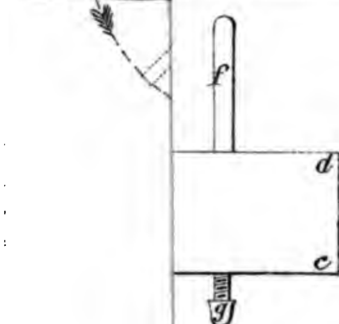
Fig. 1




Fig
Fig. 10
e
d
f
d
a
Fig. 11
00
1700
b
Fig. 12
d
a
c
d
b
c
Fig. 13
a
b
h
g
c
d
j
i
e
f
Fig. 14
b
k
1
2
3
11
12
23
24
25
26

Pl. 3

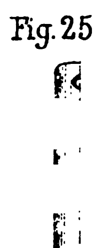








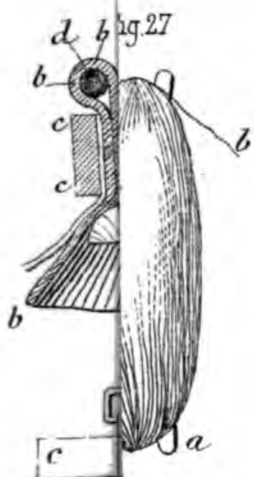




Fig. 27

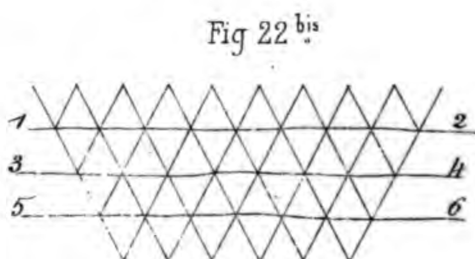



Fig 22 bis

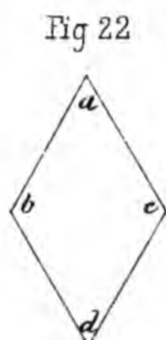
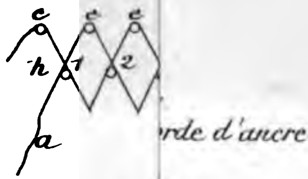
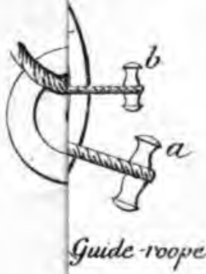
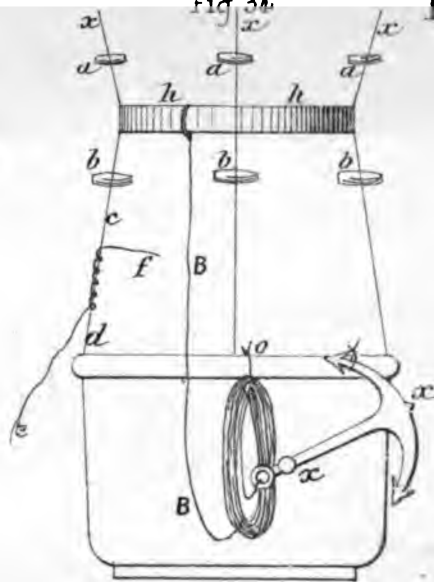
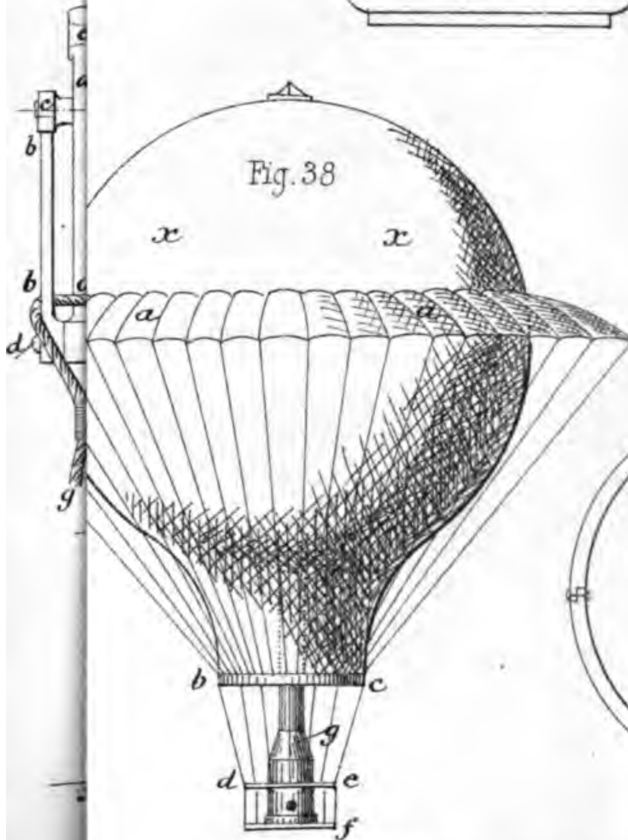


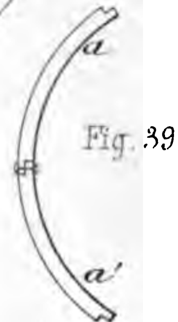

Fig 22




Imp. Ve Ch. Lender, 13, Rue des Abbesses.


LIBRARY OF CONGR
0 013 528 085